

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-167927

(43)公開日 平成5年(1993)7月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/325				
G 0 1 R 33/28				
G 0 6 F 15/62	3 9 0 A	9287-5L		
		8119-4C	A 6 1 B 6/ 00	3 5 0 S
		9118-2 J	G 0 1 N 24/ 02	Y

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-328932

(22)出願日 平成3年(1991)12月12日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71)出願人 000221214

東芝メディカルエンジニアリング株式会社

栃木県大田原市下石上1385番の1

(72)発明者 上田 均

栃木県大田原市下石上1385番の1 東芝メ

ディカルエンジニアリング株式会社内

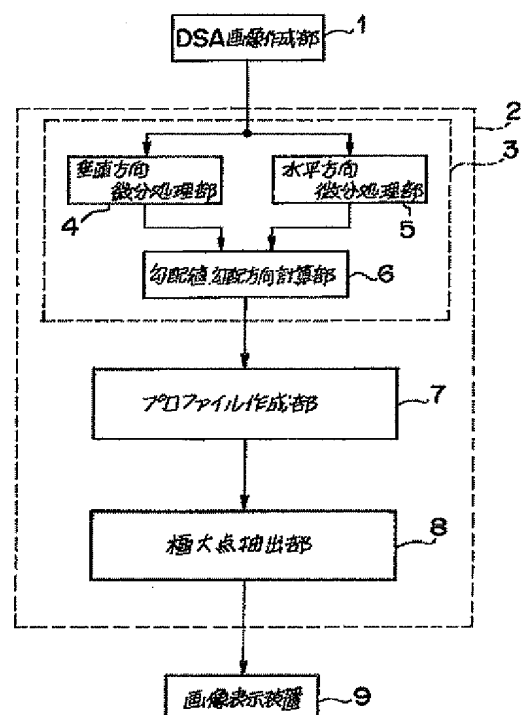
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、DSA画像から正確な血管輪郭線画像や血管芯線画像を迅速に得ることができる画像処理装置を提供することである。

【構成】本発明に係る画像処理装置は、血管強調画像の各画素点毎に水平濃度勾配値および垂直濃度勾配値を算出する手段と、前記水平濃度勾配値と前記垂直濃度勾配値とを用いて前記各画素点毎の勾配値又は前記画素点から血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得る手段と、その勾配線上の画素点に関する勾配値又は前記血管強調画像の濃度値のプロファイルを作成する手段と、前記プロファイルの極大点又は最大点を抽出しその極大点は最大点を前記血管の輪郭線上の輪郭点又は前記血管の芯線上の芯点とする手段とを具備することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 血管強調画像の各画素点毎に水平濃度勾配値および垂直濃度勾配値を算出する手段と、前記水平濃度勾配値と前記垂直濃度勾配値とを用いて前記各画素点毎の勾配値および前記各画素点から血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得る手段と、前記勾配線上の画素点に関する勾配値のプロファイルを作成する手段と、前記プロファイルの極大点を前記血管の輪郭線上の輪郭点として抽出する手段とを具備することを特徴とする血管壁抽出装置。

【請求項2】 血管強調画像の各画素毎に水平濃度勾配値および垂直濃度勾配値を算出する手段と、前記水平濃度勾配値と前記垂直濃度勾配値とを用いて前記各画素点の血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得る手段と、前記勾配線上の画素点に関する前記血管強調画像上の濃度値のプロファイルを作成する手段と、前記プロファイルの最大点を前記血管の芯線上の点として抽出する手段とを具備することを特徴とする血管芯線抽出装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、DSA (Digital Subtraction Angiography) 画像から血管の輪郭点又は芯点を抽出する画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 血管強調画像の1つであるDSA画像は、造影剤注入前のX線透過画像と造影剤注入後のX線透過画像との差分処理を行うことにより得られる。このDSA画像の出現により血管診断の効率および診断能が著しく向上することとなった。現在、このDSA画像を用いて、血管に関する様々な画像を得ようとする試みが成されている。その1つに血管壁(血管輪郭線)や血管の芯線(中心線)を捕らえようとするものがある。その方法の主なものとして、2値化方法又はトラッキング法若しくは追跡法がある。

【0003】 2値化方法であれば、DSA画像に関して適当な閾値を設定しその閾値と各画素の濃度値とを比較しその前後で該画素値を2極分化して2値画像を作成し、その2値画像について血管像部分と背景部分との境界部分を抽出して該血管の輪郭線画像を求める方法である。

【0004】 また、追跡法であれば、DSA画像上のある指定点を中心とした所定半径の円周上に存する各点に関する最大濃度値の点を血管の中心点として、該中心点を先の指定点とみなして、この動作を繰返し行い、求めた各中心点に連続性を付すことにより芯線画像を求める方法である。そして、この芯線画像の芯線方向と垂直な方向について、DSA画像の濃度プロファイルに関して

ゼロクロッシング法(Zero Crossing)を適用するものである、なお、ゼロクロッシング法とは、2次微分の符号が血管部分と背景部分の境界部分で反転することを利用するものであって、DSA画像をガウス分布関数の重みで平滑化し、ラプラシアンをかけてそのゼロ交差を求める方法を用いる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、2値化方法は、2値画像を得るに際して、血管部分とその他の部分とを区別する閾値の設定が非常に微妙であり、この閾値のレベルに応じて2値画像上での血管像の範囲が変動してしまい、そのため当然の結果として、得られる血管輪郭線画像は正確なものとはならない。また、閾値設定に関して、オペレータが介入し正確な値を決定することが多々行われているが、これは試行錯誤的に定めることが必要なため、非常に多くの手間が要求され、実用的ではない。

【0006】 一方、トラッキング法又は追跡法は、芯線画像を求めるに際して、中心点の追跡の途中で次の指定点のトラッキングに失敗すると、その後続く中心点が抽出せず、正確な芯線画像が得られない。さらに、画像上の全ての血管毎に指定点をトラッキングしなければ、抽出できない血管が存することとなる。そのため当然の結果として、得られる血管輪郭線画像は正確なものとはならない。そこで本発明の目的は、DSA画像から正確な血管輪郭線画像や血管芯線画像を迅速に得ることができる画像処理装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る画像処理装置は、血管強調画像の各画素点毎に水平濃度勾配値および垂直濃度勾配値を算出する手段と、前記水平濃度勾配値と前記垂直濃度勾配値とを用いて前記各画素点毎の勾配値および前記各画素点から血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得る手段と、前記勾配線上の画素点に関する勾配値又は前記血管強調画像の濃度値のプロファイルを作成する手段と、前記プロファイルの極大点又は最大点を前記血管の輪郭線上の輪郭点又は前記血管の芯線上の芯点として抽出する手段とを具備することを特徴とする。

【0008】

【作用】 本発明によれば、血管強調画像の各画素点毎に走査線方向の濃度勾配値およびその方向に垂直な方向の濃度勾配値を算出し、前記水平勾配値と前記垂直勾配値とを用いて前記各画素毎の勾配値又は該画素点から血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得と、その勾配線上の画素点に関する前記勾配値又は前記血管強調画像の濃度値のプロファイルを作成し、そのプロファイルの極大点又は最大点を抽出しその極大点は最大点を前記血管の輪郭線上の輪郭点又は前記血管の芯線上の芯点として血管輪郭線画像又は血管芯線画像を得ることができる。

【0009】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。

【0010】図1は、本発明の第1の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図であり、図2は図1に示したDSA画像作成部から出力されるDSA画像の一例を示す図である。

【0011】DSA画像作成装置1は、図示しないX線撮影装置からの血管内に造影剤注入前に得たX線透過像と造影剤注入後に得たX線透過像とを差分することにより、血管部分が強調されたDSA (Digital Subtraction Angiography) 画像を作成し、そのDSA画像I0を後流の本発明に係る画像処理装置に供給するものである。なお、この部分は、DSA画像I0を画像処理装置に供給するものであれば作成装置である必要はなく、例えば、既に得られているDSA画像I0を記憶している記憶装置であってもよい。

【0012】画像処理装置2は、本実施例装置の結果物たる血管輪郭線画像を得るための装置である。ここで以下に用いる語句について簡単に説明する。すなわち、

「水平方向」とはDSA画像I0の走査線方向と平行な方向のことをいい、「垂直方向」とはDSA画像I0の走査線方向に対して垂直な方向のことをいい、「点Pにおける勾配値」とは点Pに関するDSA画像I0における濃度値の変化の割合、換言すると濃度値変化の傾斜程度のことをいい、「点Pにおける勾配方向」とは点Pから血管の中心に向かう方向、換言すると点Pに関する血管方向に対して垂直に交差する方向のことをいい、「点Pに関する勾配線」とはその勾配方向と平行な線であって該線点Pを通過する線のことをいう。

【0013】画像処理装置2は、DSA画像作成部1からのDSA画像I0を受ける勾配処理部3と、その勾配

$$G(x,y) = \{ h_x(x,y)^2 + h_y(x,y)^2 \}^{1/2} \quad \dots (1)$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1}(h_x(x,y)/h_y(x,y)) \quad \dots (2)$$

【0015】ここで得られた画素点P0 (x, y) に関する勾配方向 $\theta(x, y)$ は、常に、点P0 (x, y) から血管中心に向かう方向、すなわち血管Bの長軸方向に対して垂直な方向となる。この原理について図4～図6を用いて簡単に説明する。なお、図4は画素点P0に関する水平方向D1、垂直方向D2および勾配方向 $\theta(x, y)$ について示す図であり、図5はその水平方向D1の濃度プロファイルについて示す図であり、図6はその垂直方向D2の濃度プロファイルについて示す図である。図4に示したように、血管方向BDが、水平方向D1に対して点P0において角度 θ の傾きがあるものとする。このとき、図5および図6に示したように、水平方向D1の濃度プロファイルの最大濃度値 N_{max} （通常、血管中心部分となる）と垂直方向D2の濃度プロファイルの最大濃度値 N_{max} とは、共に同一血管の近傍付近に関する濃度値であるため各方向の最大径は略同一で

処理部3の出力を受けるプロファイル作成部7と、そのプロファイル作成部7の出力を受ける極大値抽出部8とからなる。

【0014】勾配処理部3は、DSA画像I0を入力しそのDSA画像I0の全ての画素点について個々に勾配値および勾配方向を求める処理部である。勾配処理部3は、各画素点に関する垂直方向勾配値および水平方向勾配値を算出する垂直方向微分処理部4および水平方向微分処理部5と、それら処理部4、5で得られた垂直方向勾配値と水平方向勾配値とを用いて各画素点に関する勾配値および勾配方向を計算する勾配値・勾配方向計算部6とからなる。なお、勾配値は、上記したように濃度値の変化の割合のことであり、即ち、水平方向（走査線方向）又は垂直方向に基づいた微分値と同一となる。図3はDSA画像I0のある画素点P0に関する垂直方向勾配値、水平方向勾配値およびそれらから得られる勾配値並びに勾配方向について示す図である。垂直方向微分処理部4は、画素点P0 (x, y) を通る垂直方向のDSA画像I0の画素値（濃度値）列の画素点P0 (x, y) に関して微分処理することにより画素点P0 (x, y) に関する垂直方向勾配値 $h_y(x, y)$ を計算する。水平方向微分処理部5は、画素点P0 (x, y) を通る水平方向のDSA画像I0の画素値（濃度値）列の画素点P0 (x, y) に関して微分処理することにより画素点P0 (x, y) に関する水平方向勾配値 $h_x(x, y)$ を計算する。そして、勾配値・勾配方向計算部6は、画素点P0 (x, y) に関する垂直方向勾配値 $h_y(x, y)$ と水平方向勾配値 $h_x(x, y)$ とを以下に示す式(1)を用いてベクトル合成処理することにより、画素点P0 (x, y) に関する勾配値 $G(x, y)$ を求め、式(2)を用いて勾配方向 $\theta(x, y)$ を算出する。

あるため、略同一である。即ち、血管の輪郭部分の濃度値と血管中心部分の濃度値との差分量は略同一である。しかし、水平方向D1に関して血管Bに含まれる範囲はP0～P1であり、一方、垂直方向D2に関して血管Bに含まれる範囲P0～P2はP0～P1より角度 θ に応じて短くなる。このため、画素点P0 (x, y) に関する垂直方向の勾配値と水平方向の勾配値との大小関係は、角度 θ に準ずることとなり、各方向成分を有する各勾配値から得られる合成ベクトルの方向、すなわち勾配方向 $\theta(x, y)$ は、常に、点P0 (x, y) から血管中心に向かう方向と略同一となる。

【0016】プロファイル作成部7は、勾配値・勾配方向計算部6から入力するDSA画像の全面画素点に関する勾配値および勾配方向を用いて、各画素点を中心とした該勾配方向の勾配値の変化、すなわち勾配値プロファイルを作成する。図7は図3に示した画素点P0を通る勾

配方向D12の勾配線についての勾配値プロファイルについて示す図である。上記したように、この勾配値プロファイルを全画素点について得、それら勾配値プロファイルを極大値抽出部8に出力する。

【0017】極大値抽出部8は、それら勾配値プロファイルの極大点を抽出する。得られた極大点P0 P1が血管Bの輪郭点となる。これは、血管輪郭部付近は、血管内部や血管外部に比べ、濃度値変化割合が大きい、即ち勾配値が大きくなることに着目したものである。さらに、勾配値の変化は、その方向が血管方向に対して垂直な方向である勾配方向θである場合に最も大きくなり、それに伴って極大点も容易に抽出することができる。なお、この極大点の抽出に当たり、所定の条件を課することとし、その条件を満たす極大値のみ抽出することとしてもよい。この場合には、血管輪郭点以外の極大点を除外することができる。前記所定の条件とは、例えば、該点の濃度値又は勾配値に対して閾値範囲を設定することであり、その閾値範囲に含まれる場合にのみ輪郭点として抽出することとする。なおこの場合の濃度値又は勾配値に対する閾値範囲は、実験的・経験的に予め設定しておいてもよいし、オペレータが適宜設定することとしてもよい。この得られた極大点、すなわち輪郭点は、外部の画像表示装置9または画像記憶装置等に出力される。

【0018】以上のように、本実施例によれば、血管方向に対し垂直方向（勾配方向）に関する勾配値プロファイルの極大点を抽出することにより、該血管の正確な輪郭点を得ることができ、さらに、全ての画素点について勾配値プロファイルおよび極大点を抽出することにより、血管が複雑に分岐している場合であっても追跡方法のように未抽出の血管輪郭線が生じることがない。

【0019】次に、第2の実施例について説明する。本実施例は、第1の実施例により得られた血管輪郭線像を用いて、血管芯線像を得るものである。図8は本実施例装置の構成を示すブロック図であり、図9は本実施例による血管芯線上の点（芯点）を得る方法について示した図である。

【0020】図8に示したように、芯点抽出処理部10は、画像処理部2から輪郭線像を入力し、画像表示装置9等に血管芯線像を出力するものである。芯点抽出処理部10は、図9に示した方法で血管の芯点を抽出する。即ち、画像処理部2から入力した輪郭線上の各輪郭点について、該点から該点に対向する輪郭点までの結線上のDSA画像の各画素点の値（濃度値）のプロファイルを、画像処理部2で求めた該点の勾配方向を用いて作成し、該プロファイルにおける最大濃度値を有する点を抽出する。この最大濃度値を有する点が、血管芯線上の点である。このように、輪郭線像上の全ての輪郭点について芯点を抽出することにより、血管芯線像を得ることができる。なお、各芯点の連続性が要求される場合には、一般的に用いられている追跡法をこの血管芯線像

に適用すれば、容易に求めることができる。

【0021】以上のように、本実施例によれば、血管方向に対し垂直方向（勾配方向）に関する濃度値プロファイルの最大点を抽出することにより、該血管の正確な芯点を得ることができ、さらに、第1実施例で得た輪郭線像上の全ての輪郭点に対応する最大点（芯点）を抽出することにより、血管が複雑に分岐している場合であっても追跡方法のように未抽出の血管芯線が生じることがない。さらに、DSAステレオ画像から血管の3次元画像を再構成する場合に、本実施例で、左右眼用の2枚のステレオ画像毎に該血管芯線像を得、その2枚の血管芯線像上の芯線同士の位置的対応関係を求めることで、血管の3次元的な座標を求めることができる。

【0022】本発明は、上記実施例に限定されることなく、種々変形して実施可能である。例えば、第1、第2の実施例の画像処理装置に供給される原画像は、DSA画像としているが、血管の強調処理されている画像であればよい。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、DSA画像の各画素点毎に走査線方向の濃度勾配値およびその方向に垂直な方向の濃度勾配値を算出し、前記水平勾配値と前記垂直勾配値とを用いて前記各画素毎の勾配値又は該画素点から血管方向に対し垂直方向に向かう勾配線を得と、その勾配線上の画素点に関する前記勾配値又は前記血管強調画像の濃度値のプロファイルを作成し、そのプロファイルの極大点又は最大点を抽出しその極大点は最大点を前記血管の輪郭線上の輪郭点又は前記血管の芯線上の芯点として血管輪郭線画像又は血管芯線画像を得ることによって、DSA画像から正確な血管輪郭線画像や血管芯線画像を迅速に得ることができる画像処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明一実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図。

【図2】図1に示したDSA画像作成部から出力されるDSA画像の一例を示す図。

【図3】図1に示した勾配処理部における勾配値および勾配方向について説明する図。

【図4】図3に示した勾配方向が得られる原理説明にあたり画素点P0に関する水平方向および垂直方向について示す図。

【図5】図4に示した水平方向の濃度プロファイルについて示す図。

【図6】図4に示した垂直方向の濃度プロファイルについて示す図。

【図7】図3に示した勾配線に関する勾配値プロファイルについて示す図。

【図8】本発明他の実施例に係る画像処理装置の構成を示すブロック図。

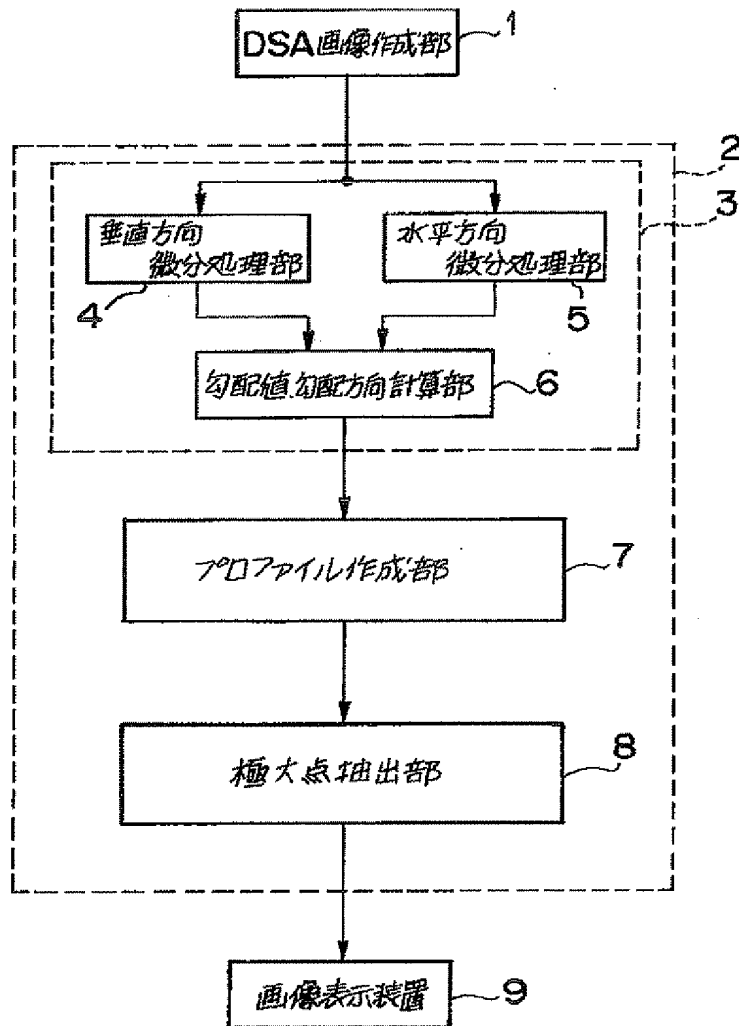
【図9】図8に示した中心点抽出装置における中心点の抽出処理について示す図。

【符号の説明】

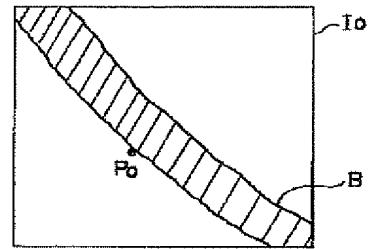
1…DSA画像作成部、2…画像処理装置、3…勾配処

理部、4…垂直方向微分処理部、5…水平方向微分処理部、6…勾配値・勾配方向計算部、7…プロファイル作成部、8…極大値抽出部、9…画像表示装置。

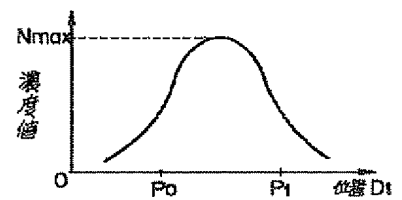
【図1】



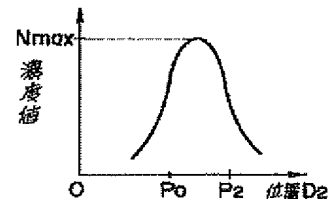
【図2】



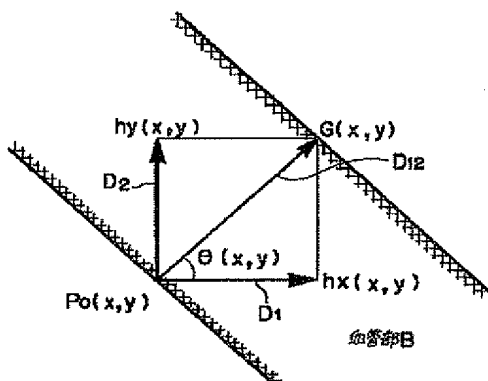
【図5】



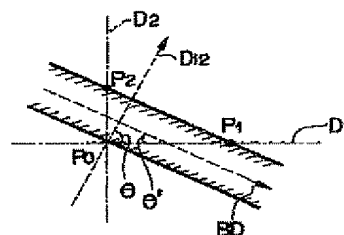
【図6】



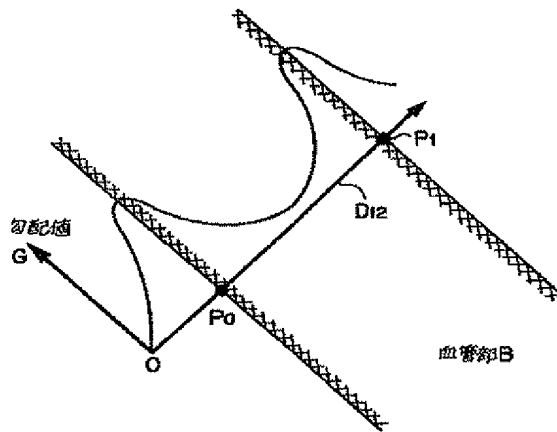
【図3】



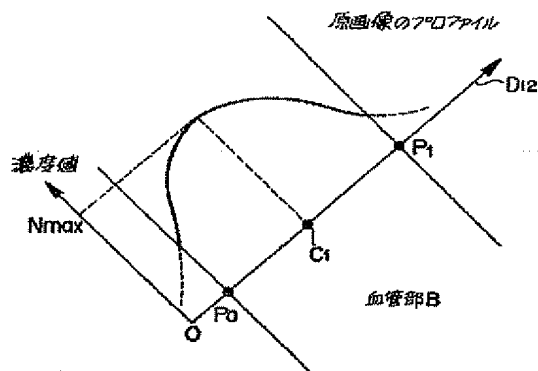
【図4】



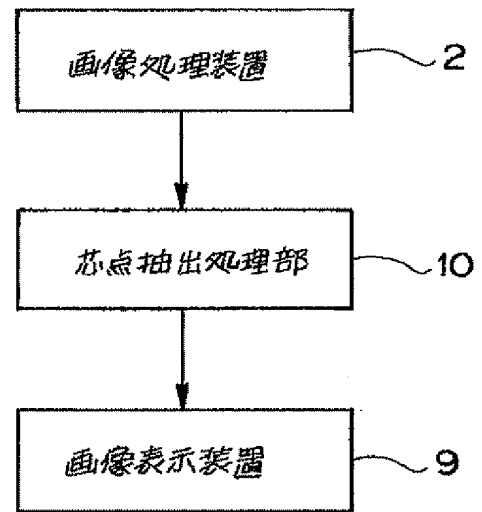
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
// G 0 6 F 15/70

識別記号 庁内整理番号
3 3 5 Z 9071-5L

F I

技術表示箇所